(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6728232号
(P6728232)
(45)発行日　令和2年7月22日(2020.7.22)　(24)登録日　令和2年7月3日(2020.7.3)

(51)Int.Cl.			F I		
G01L	3/14	(2006.01)	G01L	3/14	G
G01L	5/12	(2006.01)	G01L	5/12	
F02K	9/96	(2006.01)	F02K	9/96	

請求項の数 10　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2017-555290 (P2017-555290)
(86)(22)出願日　平成28年4月20日 (2016.4.20)
(65)公表番号　特表2018-514767 (P2018-514767A)
(43)公表日　平成30年6月7日 (2018.6.7)
(86)国際出願番号　PCT/FR2016/050916
(87)国際公開番号　WO2016/174330
(87)国際公開日　平成28年11月3日 (2016.11.3)
審査請求日　平成31年3月29日 (2019.3.29)
(31)優先権主張番号　1553756
(32)優先日　平成27年4月27日 (2015.4.27)
(33)優先権主張国・地域又は機関
フランス(FR)

(73)特許権者　516235451
サフラン・ヘリコプター・エンジンズ
フランス国、６４５１０・ボルド
(74)代理人　110001173
特許業務法人川口國際特許事務所
(72)発明者　フュランジェ，バンジャマン
フランス国、７７５５０・モワシー－クラマイエル、レオ－ロン－ポワン・ルネ・ラボー、スネクマ・ペ・イ（ア・ジ・イ）
(72)発明者　ブエノ，アルマン
フランス国、７７５５０・モワシー－クラマイエル、レオ－ロン－ポワン・ルネ・ラボー、スネクマ・ペ・イ（ア・ジ・イ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】変形測定トルク計

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ケーシング（１２）と、測定されるトルクを表す軸推力の効果の下で、ケーシング内で縦方向に並進的に移動できるように実装された部品（１４）と、を備えるトルク計であって、
その末端のうちの少なくとも１つを介してケーシング（１２）に接続され、縦方向に対して略直角な平面内に少なくとも部分的に延在する、軸受面（２２）であって、接触端（２４）と称される前記可動部品（１４）の一方の縦方向端は、可動部品（１４）の縦変位が軸受面（２２）の変形を招くように前記軸受面（２２）と接触するのに適している、軸受面（２２）と、
軸受面（２２）の変形を測定する手段（２６、３０）と、
を備えることを特徴とする、トルク計。
【請求項２】
軸受面（２２）の変形を測定する手段が、ケーシング（１２）に接続され、軸受面（２２）に向かって配向され、軸受面（２２）の縦方向の変位を測定するように構成された、近接センサ（２６）を備えることを特徴とする、請求項１に記載のトルク計。
【請求項３】
近接センサ（２６）が誘導型近接センサであることを特徴とする、請求項２に記載のトルク計。
【請求項４】

接触端（２４）および軸受面（２２）が締結具（２８）によって互いに対して固定的に接続されていることを特徴とする、請求項１から３のいずれか一項に記載のトルク計。
【請求項５】
締結具（２８）が金属で作られていることを特徴とする、請求項４に記載のトルク計。
【請求項６】
軸受面（２２）が、温度変化の結果として変形することのない材料から作られた支持体（３８）を介してケーシング（１２）に接続されることを特徴とする、請求項１から５のいずれか一項に記載のトルク計。
【請求項７】
軸受面（２２）の変形を測定する手段が、軸受面（２２）上に配置され、軸受面（２２）の変形を表す値を測定するのに適した、少なくとも１つのひずみゲージ（３０）を備えることを特徴とする、請求項１から６のいずれか一項に記載のトルク計。
【請求項８】
軸受面（２２）が、そのヤング率が温度に応じて変化しない材料から作られていることを特徴とする、請求項１から７のいずれか一項に記載のトルク計。
【請求項９】
温度測定手段を備えることを特徴とする、請求項１から８のいずれか一項に記載のトルク計。
【請求項１０】
伝達要素を備えるターボシャフトエンジンであって、伝達要素に加えられるトルクを測定することが可能なように伝達要素に機械的に接続された、請求項１から９のいずれか一項に記載のトルク計（１０）を備えることを特徴とする、ターボシャフトエンジン。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、トルク計に関する。具体的には、本発明は、航空機のターボシャフトエンジンの伝達要素のトルクを測定するトルク計に関する。
【背景技術】
【０００２】
トルク計は、応用分野に応じた複数の形式で存在するトルク測定装置であり、そのためにトルクが測定されて正確度が要求される機器である。航空分野において、油圧トルク計が一般的に使用されている。これらのトルク計は、たとえば、そのために加えられたトルクが測定されるトルクに比例する軸推力を生じる中間はすば歯車によって、動作する。この軸推力は、中間歯車に接続されたピストンに加えられる。
【０００３】
よく見られる別の実施形態は、遊星歯車列のリング歯車の軸推力を測定するステップを伴うが、これもまた測定されるトルクに比例する。より一般的な言葉で言えば、測定はいずれのはすば歯車上で行われることも可能である。
【０００４】
測定されたトルクによるピストンの運動は、ピストンによって掛けられる圧力とピストン上の油によって掛けられる圧力との間で均衡がとれるまで、油圧回路によって供給される測定チャンバ内の油に圧力を掛ける。圧力センサによるこの均衡での圧力の測定により、測定されたトルクを推定できる。
【０００５】
これらの油圧トルク計は、封止および軸受要素の使用による摩擦、封止要素の経年劣化によって生じる漏れ、油粘度の変化、および温度などに敏感であるという欠点を有する。したがって、油圧トルク計の正確度は保証されず、その定期保守が必要とされる。また、このようなトルク計を用いて負のトルクを測定することはできない。
【０００６】
使用されるその他のトルク計は、トルクを受けるシャフトの位相角を、トルクを受けな

い回転シャフトと比較する、回転トルク計を含む。しかしながら、回転トルク計によって成されるトルク測定の正確度はシャフトの長さに依存し、したがって、正確な測定を行うために回転トルク計は特に嵩張ることになる。また、トルクを受けず、基準として用いられる回転シャフトは、システムに付加的なコストおよび重量をもたらす。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明の目的は、既知のトルク計の欠点のうちの少なくともいくつかを克服することである。

【０００８】

具体的には、本発明はさらに、少なくとも１つの実施形態において、嵩の小さいトルク計を提供することを目指す。

【０００９】

本発明はさらに、少なくとも１つの実施形態において、封止管理を必要とする油圧要素を全く使用しないトルク計を提案することを目指す。

【００１０】

本発明はさらに、少なくとも１つの実施形態において、正確なトルク計を提案することを目指す。

【００１１】

本発明はさらに、少なくとも１つの実施形態において、保守をほとんど必要としない信頼できるトルク計を提案することを目指す。

【００１２】

本発明はさらに、少なくとも１つの実施形態において、負のトルクを測定するのに適したトルク計を提案することを目指す。

【００１３】

本発明はさらに、少なくとも１つの実施形態において、温度変化にあまり敏感ではないトルク計を提案することを目指す。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

この目的のため、本発明は、ケーシングと、測定されるトルクを表す軸推力の効果の下で、ケーシング内で縦方向に並進的に移動できるように実装された部品と、を備えるトルク計であって、

その末端のうちの少なくとも１つを介してケーシングに接続され、縦方向に対して略直角な平面内に少なくとも部分的に延在する、軸受面であって、接触端と称される前記可動部品の一方の縦方向端は、可動部品の縦変位が軸受面の変形を招くように前記軸受面と接触するのに適している、軸受面と、

軸受面の変形を測定する手段と、

を備えることを特徴とするトルク計に関する。

【００１５】

したがって、本発明によるトルク計は、基準または動力シャフト、あるいは油圧要素を使用することなく、たとえば伝達シャフトなど、伝達チェーンの伝達要素のトルクの測定を可能にする。可動部品は、測定されるトルクに応じて並進的に移動する。この可動部品は軸受面を変形させる。したがって軸受面の変形はトルクを表し、この変形の測定はトルクを判定するために使用可能である。したがってトルク計は、回転トルク計と比較してあまり空間を占有せず、また、油圧回路、ひいては関連する封止を必要とすることなく、油圧トルク計より小さいかまたはほぼ等しい空間を占有する。油圧回路が全くないことも、保守を容易にする。

【００１６】

軸受面は、その末端のうちの１つを介してケーシングに直接的にまたは間接的に接続されている。軸受面の一端はたとえば、軸受面の縁の１つである。接触端は好ましくは、変

形測定の正確度を改善するために、可動部品の変位によって変形が引き起こされるように、軸受面と接触している。

【００１７】

有利なことに、軸受面の変形は弾性変形である。軸受面の変形を弾性領域に制限することにより、同じ測定変形について同じ測定トルクが得られるようにする。

【００１８】

有利なことに、および本発明によれば、軸受面の変形を測定する手段は、ケーシングに接続され、軸受面に向かって配向され、軸受面の縦方向の変位を測定するように構成された、近接センサを備える。

【００１９】

用語「軸受面の変位」は、軸受面の少なくとも一部の位置に対する変形を指すと理解される。

【００２０】

本発明のこの態様によれば、縦方向の軸受面の変位は、可動部品の変位の結果として縦方向の軸受面の屈曲によって引き起こされる。したがってこの変位は、測定されるトルクを表す。したがって、自身と軸受面との間の距離を測定する近接センサは、前記距離の変化に対応する前記変位の測定を可能にする。

【００２１】

有利なことに、および本発明の前記後者の態様によれば、近接センサは誘導型近接センサであってもよい。

【００２２】

本発明のこの態様によれば、誘導型近接センサは、近接センサと軸受面との間の環境の性質によって測定が影響を受ける危険性を低減することにより、良好な条件下での変位の測定を可能にする。具体的には、測定は、近接センサと軸受面との間のガス、粒子、または油などの存在によって影響を受けないが、ターボシャフトエンジン内でトルク計を使用するときに、このような存在の可能性がある。誘導型近接センサは金属の物体までの距離を検出する。したがって、この実施形態において軸受面は、金属で作られるか、またはそれに向かって近接センサが配向される少なくとも１つの金属部品を備えなくてはならない。

【００２３】

有利なことに、近接センサは誘導型渦電流センサである。

【００２４】

誘導型近接センサ、特に渦電流センサは非常に正確で信頼性が高く、したがって測定されるトルクの正確で信頼できる値を提供する。

【００２５】

有利なことに、および本発明によれば、接触端および軸受面は、締結具によって互いに対して固定的に接続されている。

【００２６】

本発明のこの態様によれば、締結具は軸受面を可動部品に固定し、こうして使用する測定手段にかかわらず負のトルクを測定できるようにする。

【００２７】

有利なことに、近接センサが誘導型センサであるとき、締結具は金属で作られ、近接センサに向かって配向される。したがって近接センサは、軸受面の変形を推定するために、自身と金属締結具との間の距離を測定する。

【００２８】

有利なことに、および本発明によれば、軸受面の変形を測定する手段は、軸受面上に位置し、軸受面の変形を表す値を測定するのに適した、少なくとも１つのひずみゲージを備える。

【００２９】

本発明のこの態様によれば、軸受面の変形が測定されるトルクを表し、この変形の測定

は、トルクを判定するために使用可能である。測定の正確度および安定性（特に温度に関して）を改善するために、１つ以上のひずみゲージがホイートストンブリッジに接続可能である。

【００３０】

有利なことに、１つ以上のひずみゲージによって測定された変形は、軸受面上の可動部品の接触端によって掛けられた力の結果としての軸受面の伸長または圧縮によって引き起こされた変形である。

【００３１】

有利なことに、および本発明によれば、軸受面は、温度変化の結果として変形することのない材料から作られた支持体を介してケーシングに接続される。

【００３２】

本発明のこの態様によれば、支持体は軸受面の変形の測定に対する温度の影響を、特に前記測定が近接センサを用いて得られるときに、最小限に抑える。ケーシングとは別の支持体の使用はさらに保守を容易にし、これにより支持体が交換可能となり、こうしてケーシング全体を交換する必要をなくす。インバーは、温度変化の結果として変形することのないこのような材料の一例である。

【００３３】

有利なことに、および本発明によれば、軸受面は、そのヤング率が温度変化に対してあまり敏感でない材料から作られる。

【００３４】

本発明のこの態様によれば、変形測定手段によって測定される軸受面の変形は、軸受面の温度に依存しない。エリンバーは、そのヤング率が温度変化にあまり敏感ではない、このような材料の一例である。したがってヤング率は、トルク計が受ける温度間隔の範囲内で、使用される材料の組成に応じて、せいぜい±１％変化するだけである。

【００３５】

好ましくは、軸受面は、トルク計が受ける温度間隔において、そのヤング率が温度に応じて変化しない材料から作られる。

【００３６】

ターボシャフトエンジン内でのトルク計の使用の範囲内で、トルク計の温度変化が大きくなる可能性がある。したがって、トルク測定は、この場合はこれらの温度変化の影響を低減することによって、これらの変化を考慮に入れる必要がある。

【００３７】

有利なことに、本発明によるトルク計は、温度測定手段を備える。

【００３８】

本発明のこの態様によれば、温度測定手段によって行われる温度測定は、トルク測定に変化をもたらす可能性のある、起こりえる温度変化を検出するために用いられる。したがってトルク値は、測定された温度値を考慮して調整される。

【００３９】

ターボシャフトエンジン内でのトルク計の使用の範囲内で、トルク計の温度変化が大きくなる可能性がある。したがって、トルク測定は、この場合はこれらの温度変化の影響を補償することによって、これらの変化を考慮に入れる必要がある。

【００４０】

本発明はさらに、伝達要素を備えるターボシャフトエンジンであって、伝達要素に加えられるトルクを測定することが可能なように伝達要素に機械的に接続された、本発明によるトルク計を備えることを特徴とする、ターボシャフトエンジンに関する。

【００４１】

伝達要素はたとえば、シャフト、または内部または外部のらせん状の歯を有する歯車などであってもよい。したがって測定されたトルクは、伝達要素を備える変速機を流れるトルクである。

【００４２】

本発明はさらに、いずれも上述の部分または下述の部分において開示された特徴の全てまたは一部を複合して特徴とする、トルク計およびターボシャフトエンジンに関する。

【００４３】

本発明のその他の目的、特徴、および利点は、本発明を限定するように意図されるものではなく、以下の添付図面を参照して提供される、以下の説明を読めばより良く理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

【図１】本発明の一実施形態によるトルク計の断面図である。

【図２】第２の実施形態によるトルク計の断面図である。

【図３ａ】０℃の温度における、トルクＣを測定する、本発明の一実施形態によるトルク計の部分断面図である。

【図３ｂ】１５０℃の温度でトルクＣを測定し、温度感受性軸受面および温度変化に敏感ではないケーシングを備える、本発明の一実施形態によるトルク計の部分断面図である。

【図３ｃ】１５０℃の温度でトルクＣを測定し、温度変化に敏感なケーシングおよび軸受面を備える、本発明の一実施形態によるトルク計の部分断面図である。

【図４】本発明の第３の実施形態によるトルク計の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００４５】

以下の実施形態は例示である。説明は１つ以上の実施形態に言及するものの、これは必ずしも各参照が同じ実施形態を指すこと、あるいはその特徴が単一の実施形態にのみ該当することを意味するとは限らない。異なる実施形態の単純な特徴は、その他の実施形態を提供するために組み合わせられてもよい。図解および明確さのため、図中の縮尺および割合は厳密に守られているわけではない。

【００４６】

図１および図２は、本発明の第１および第２の実施形態によるトルク計１０の断面図を図式的に示す。トルク計１０はケーシング１２を備え、この中で並進運動可能な部品１４を移動させることができる。可動部品１４の並進変位は縦方向に、この場合には可動部品の軸１６と平行に、生じる。したがって、図１から図４の図中、可動部品１４は下向きまたは上向き方向に移動する。トルク計１０は、航空機のターボシャフトエンジン内で回転するシャフトのトルクを測定するために、有利に使用される。

【００４７】

可動部品１４は、軸受１９を介して、１つ以上のらせん状の歯が設けられた歯車１８に接続されている。歯車１８に加えられたトルクは可動部品１４に推力を伝達し、こうしてその変位を動かす。したがって可動部品１４の並進変位は、測定されるトルクを表す。歯車１８は軸受２０を介してケーシング１２に接続されており、軸受１９および軸受２０は、可動部品１４および歯車１８を縦方向に変位させるとともに、可動部品１４を軸１６の周りで回転させる。

【００４８】

トルク計は、その末端のうちの少なくとも１つによってケーシング１２に接続され、縦方向に対して略直角な平面に沿って延在する、軸受面２２を備える。たとえば、軸受面２２は長尺プレートであってもよく、その長さは他の寸法よりも大きく（したがって梁に似ており）、その２つの末端はケーシングに接続されている。軸受面２２はまた、隔膜、特に円形の隔膜であってもよく、その外周点の全てが末端と見なされてケーシング１２に接続されている。

【００４９】

軸受面２２は、接触端２４と称される、可動部品１４の一端と接触している。このため可動部品１４の変位は軸受面２２の変形を引き起こす。具体的には、軸受面２２がその末端のうちの１つにおいてケーシング１２に接続されて縦方向に対して略直角に延在する場合、軸受面２２の変形は特に、軸受面２２の変位および軸受面２２の伸長または圧縮によ

って表される。変形は軸受面２２の屈曲と似ており、これによって軸受面２２の末端はケーシング１２に対して固定されたままとなり、接触端２４と接触している軸受面２２の部分はその変位の結果として可動部品１４によって掛けられる力を受け、前記力は軸受面２２が延在する平面に対して略直角である。

【００５０】

軸受面２２のこの変形を測定し、こうして測定されるトルクを判定するために、トルク計１０は軸受面２２の変形を測定する手段を備える。

【００５１】

図１に示される第１の実施形態によれば、軸受面２２の変形を測定する手段は、プロキシメータとも称される近接センサ２６を備え、自身と軸受面２２との間の距離を測定できるようにする。測定されるトルクに応じて、この距離は縦方向の軸受面２２の変位の結果として変化する。トルクを加えるときに測定される距離とトルクが加えられていないときに測定される距離との比較は、軸受面２２の変位を判定するために利用可能である。トルク計１０は、軸受面２２に可動部品１４を固定的に接続するための締め具２８をさらに備える。この場合、近接センサ２６は軸受面２２の代わりに自信と締め具２８との間の距離を測定することができるが、これはトルク測定に影響を及ぼすことはなく、トルクを用いてあるいは用いずに測定される距離の差に基づいている。

【００５２】

近接センサ２６は有利なことに誘導型の近接センサであるが、このタイプのセンサは軸受面２２と近接センサ２６との間の環境による影響をほとんど受けない。具体的には、ターボシャフトエンジン内でトルク計１０を使用するとき、環境は高温のガスおよび油を含む可能性がある。誘導型近接センサは自身と金属要素との間の距離を測定する。したがって、軸受面２２、または近接センサ２６が配向される軸受面２２の部分は金属で作られていなければならず、あるいは、トルク計１０が軸受面２２を可動部品１４に接続する締め具２８を備える場合には、この締め具２８が金属で作られてもよく、したがって近接センサ２６は締め具２８に向かって配向される。

【００５３】

実際には、たとえばターボシャフトエンジン内で使用されるトルク計について、近接センサ２６と軸受面２２（または締結具２８）との間の距離は１０ｍｍ未満である。測定される最小トルクと測定される最大トルクとの間の軸受面２２の変位の差は約０．３ｍｍである。従来使用されている近接センサは、約０．１μｍの感度で１ｍｍの間隔にわたって測定可能である。

【００５４】

図２に示される第２の実施形態によれば、軸受面２２の変形を測定する手段は、軸受面２２の変形、具体的には可動部品１４の変位の結果として軸受面２２の伸長または圧縮によって引き起こされる変形を測定するために使用される、少なくとも１つ、この例では２つのひずみゲージ３０を備える。

【００５５】

ひずみ計とも称されるひずみゲージは一般的に導電部品で構成されており、その電気抵抗は部品の変形に応じて変化する。部品は、格子または巻きを形成する、長くて折り畳まれた電気軌道で構成されている。導電部品の電気抵抗の変化は、ひずみゲージの変形を表す。

【００５６】

第１の実施形態の近接センサ２６および第２の実施形態の１つ以上のひずみゲージ３０は、たとえば、変形測定の結果を相関させることを可能としてトルク測定を改善させるために、単独でまたは組み合わせて使用されることが可能である。

【００５７】

軸受面２２の変形の測定は、トルク計１０の温度の変化に敏感である。具体的には、軸受面２２およびケーシング１２は、温度変化の場合に変形する可能性があり、したがって前記変形は、可動部品１４によって引き起こされた変形に追加される。また、温度変化は

、変形測定手段によって得られる測定に影響を及ぼす可能性もある。これらの問題を克服するために利用可能な選択肢がいくつかある。これらの選択肢は具体的に組み合わせられることが可能である。

【００５８】

たとえば、全ての実施形態に該当する選択肢の１つは、トルク計１０に温度測定手段を追加することを含む。こうして温度がわかり、行われた変形測定は測定された温度に応じて修正可能である。

【００５９】

図２に示される第２の実施形態に関して、ひずみゲージ３０に対する温度変化の影響を低減するために、ひずみゲージはホイートストンブリッジ（図示せず）を形成するように接続されている。

【００６０】

図３ａ、図３ｂ、および図３ｃは、複数の温度条件に従ってトルクＣを測定する、一実施形態によるトルク計１０の部分断面図を図式的に示す。この例のトルク計１０は、第１の実施形態と同じ要素で構成されている。

【００６１】

図３ａは、トルクＣを測定し、０℃の温度にさらされている、トルク計１０を示している。可動部品１４は軸受面２２に力を掛け、軸受面２２の変形を生じている。近接センサ２６は、自身と軸受面、またはこの場合は締結具との間の、両矢印３２で示される距離によって、この変形を測定する。

【００６２】

図３ｂは、同じトルクＣを測定し、１５０℃の温度にさらされている、トルク計１０を示している。このトルク計で使用されるケーシング１２は、温度変化に敏感ではない。たとえば、両矢印３４で表される距離は、図３ａのトルク計１０に対して変化していない。温度が変化するときに変形を受けない材料の１つは、たとえばインバー、鉄およびニッケル合金（一般的に鉄６４％とニッケル３６％でできている）である。軸受面２２は温度変化に敏感である。このため軸受面２２は、０℃の温度にさらされる、図３ａに示されるトルク計１０とは異なった変形の仕方をする。変形の違いは具体的に、温度に応じた軸受面２２の剛性の変化によって引き起こされる。この場合、近接センサ２６と軸受面２２（または締結具２８）との間の距離は、同じトルクＣでも減少する。したがって、トルク測定は、たとえばこの変化を補償するために温度を測定することによって、軸受面２２の剛性の変化を考慮に入れる必要がある。

【００６３】

温度変化に敏感なケーシング１２もまた、図３ｃに示されるように、使用可能である。また、ケーシング１２は、温度にかかわらず、規定のトルクで近接センサ２６によって測定された距離が同じになるよう温度変化が計算されるように、寸法決めされる：温度上昇の場合のケーシング１２の膨張は、温度上昇の結果としての軸受面２２の変形の差を補償するため、近接センサ２６と軸受面２２（または締結具）との間の距離を増加させる。図３ｃに示されるように、Ｃとは異なるその他いずれかのトルクでの測定誤差を低減するために、トルク計によって測定された同じトルクＣについて、両矢印３６で表される距離は図３ａの距離３２と同じである。

【００６４】

図４はトルク計１０の第３の実施形態を図式的に示しているが、トルク計１０は、軸受面２２をケーシング１２に接続する支持体３８を備えている。具体的には、軸受面２２は締結手段４０ａ、４０ｂによって支持体３８に接続され、支持体３８はそれ自体締結手段４２ａ、４２ｂによってケーシング１２に接続されている。近接センサ２６は、この支持体３８上に配置されている。トルク計１０の下部のみが示されている。

【００６５】

温度変化に対するトルク計の感受性を低減するために、支持体３８は、たとえばインバーなど、温度変化の場合に変形しない材料から作られ、軸受面２２はたとえばエリンバー

、ニッケル・鋼合金（一般的にニッケル３６％、クロム１２％）など、温度変化の場合にヤング率がほとんど変化しない材料から作られる。したがって、可動部品１４の変位から生じる変形を測定する手段を用いて測定される軸受面２２の変形は、トルク計１０が受ける温度が変化しても安定している。

【図１】

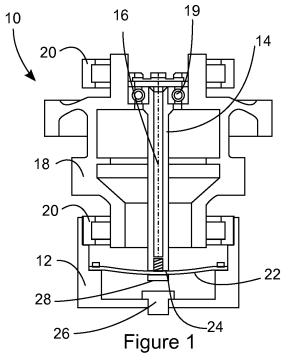


Figure 1

【図２】

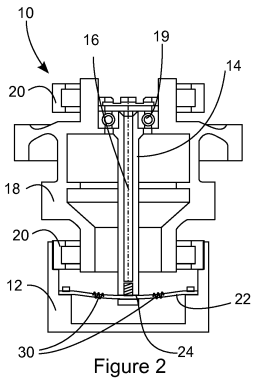


Figure 2

【図３ａ】

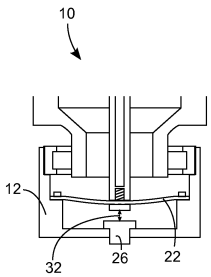


Figure 3a

【図３ｂ】

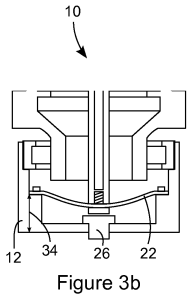


Figure 3b

【図３ｃ】

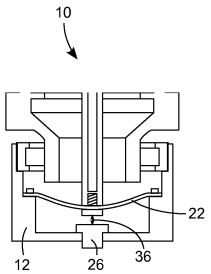


Figure 3c

【図４】

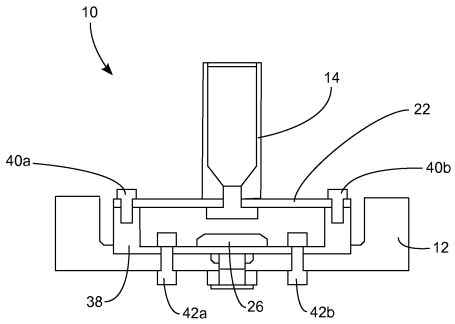


Figure 4

フロントページの続き

(72)発明者　カゾー，ヤニク
フランス国、７７５５０・モワシーークラマイエル、レオーロンーポワン・ルネ・ラボー、スネクマ・ペ・イ（ア・ジ・イ）

審査官　森　雅之

(56)参考文献　米国特許第４１８２１６８（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｌ
Ｆ０２Ｋ